馬尾松毛虫(*Dendrolimus Punctatus* Walker)的发生与寄主植物受害程度的关系的初步观察*

蔡邦華 刘友樵 侯陶謙 李植銀 何忠

(中国科学院昆虫研究所)

馬尾松毛虫普遍发生在我国华东、华中和华南的丘陵地区。根据作者等1955年在湖南省調查研究結果,感覚到它的发生动态和松林的受害程度有密切关系。巴尔达魯耶夫(В. О. Болдаруев) 1955年在苏联动物学杂誌第34卷第4期发表的"西伯利亚松毛虫(*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.)的生殖力与食料专門化"一文,就更进一步証实它們之間的关系。虽然馬尾松毛虫的寄主植物只有馬尾松一种,不象落叶松毛虫有許多种寄主,正因为如此,所以寄主植物受害程度的不同,会影响到馬尾松毛虫的生长发育,因此作者等于1956年在湖南省进行以下几方面研究工作。

一、野外收集在馬尾松不同受害程度下松毛虫蛹和成虫的研究

5月中、下旬在湘北洞庭湖滨常德专区津市林場按松树不同受害程度收集一批越冬代松毛虫蛹。8月初又在湘南邵阳专区新邵县同样收集一批第一代松毛虫蛹。每次都先統計蛹的雌雄比,然后秤蛹重、量蛹長,按照不同蛹重分別放入虫籠內,待羽化后再統計其产卵量(表1)、体長和翅展(表2)。

根据松毛虫在松树不同受害程度下蛹期的观察結果(表1),越冬代蛹的雌虫百分率由39.1%逐漸上升到63.7%。第一代蛹的雌虫百分率由33.6%逐漸上升到59.1%。因此可以肯定地說:不論在越冬代或是第一代,松毛虫的蛹期雌虫百分率都随着松树受害程度的減輕而逐漸上升。由此可知:雌虫百分率的增加,和营养状态的良否存有密切关系。

松毛虫蛹重和产卵量的大小,由于幼虫生长在不同受害程度的松树上而有差异。例如表1內第一代蛹在二級树下,蛹重0.41—1.60克,蛹重幅度1.19克,总平均蛹重0.84克;在四級树下,蛹重0.51—2.20克,蛹重幅度1.69克,总平均蛹重1.21克;在受害程度介乎二者之間的三級树下,蛹重0.51—1.80克,蛹重幅度1.29克,总平均蛹重0.91克。在越冬代一級树上发育所成的蛹由于树势衰弱,蛹重最輕,同时蛹重幅度也小;而四級树上发育所成的蛹就重,蛹重幅度也大;二級树和三級树上蛹的重量和幅度則介乎一級树和四級

* 此項研究工作蒙湖南省林业厅病虫害防治站及林业試驗場的热情协助,保証工作及时順利进行,特此致謝。

树之間。因此可以获得結論:在受害重的树上蛹比較輕,蛹重幅度也小;在受害輕的树上蛹比較重,蛹重幅度也大。产卵量的大小是随着蛹量的增高而上升,一般都很規律,詳細見表1。此外,还有个特殊的象征,就是在不同受害程度下,只要是同一蛹重的产卵就相近

表1 在馬尾松不同受害程度下松毛虫蛹重和产卵量統計表(1956)

世代 / 树受害程度 / 蛹重(克)	越冬代(津市林場)Ⅴ.21										第一代(新邵)Ⅷ.1							
	一級(畸形)		二級(100%)		三級(80%)		四級(50%)		共計	平均	二級(100%)		三級(80%)		四級(50%)		共計	平均产卵
	A*	Б**	A	Б	A	Б	A	Б	蛹数	产卵量	A	Б	A	Б	A	Б	蛹数	量
0.41—0.50	1	81							1	81	12	84					12	84
0.51—0.60							1	89	1	89	24	102	8	88	3	106	35	99
0.61—0.70			3	89	1	84			4	88	40	122	25	123	11	149	76	126
0.71—0.80	3	120	2	174	1	181	3	134	9	143	39	169	16	166	13	197	68	175
0.81—0.90	7	155	4	154	2	119	1	160	14	144	28	234	22	238	32	238	82	237
0.91—1.00	16	204	7	198	8	175	3	247	34	199	26	247	5	249	29	300	60	273
1.01—1.10	11	229	16	245	16	225	5	272	48	237	12	301	16	308	24	372	52	328
1.11—1.20	16	242	8	261	19	243	10	253	53	247	4	345	12	354	37	372	53	359
1.21—1.30	9	276	19	309	15	260	11	295	54	287	3	425	6	388	22	422	31	416
1.31—1.40	13	332	16	328	22	292	9	327	60	315	6	448	2	412	25	433	33	436
1.41—1.50	6	389	21	363	21	312	16	322	64	338	1	494	4	426	22	470	27	464
1.51—1.60	2	393	22	364	11	401	8	375	43	377	2	562			10	485	12	498
1.61—1.70	3	479	12	360	17	366	15	344	47	365					4	566	4	566
1.71—1.80	4	338	9	395	13	469	14	418	40	421			1	558	6	521	7	522
1.81—1.90			11	429	11	446	21	449	43	443					9	659	9	659
1.91—2.00			5	431	4	466	11	479	20	464					2	685	2	685
2.01—2.10			6	533	3	398	11	514	20	502					2	777	2	777
2.11—2.20			4	535	1	608	5	422	10	486					1	824	1	824
2.21—2.30			2	574	2	596	6	582	10	583								
2.31—2.40																		
2.41—2.50																		
2.51—2.60							2	702	2	702								
2.61—2.70																		
2.71—2.80																		
2.81—2.90							1	823	1	823								
总蛹数	91		167		167		153		578		197		117		252		566	
总平均产卵量		363		339		323		384		334		196		237		367		281
总平均蛹重	1.23		1.49		1.47		1.68				0.84		0.94		1.21			
雌虫百分率	39.1		46.1		52.4		63.7				33.6		50.6		59.1			
繁殖量	10,283		14,628		16,925		24,461				6.586		11.992		21,690			
繁殖指数	70		100		116		167				100		182		329			

* A = 蛹数。 ** Б = 平均产卵量(粒)。

註: 一級:指发育畸形的十余年生高3米左右的不健康松树,松針短小而发黄。

二級:指100%針叶被害,全树已无一根完整針叶。

三級:指80%針叶被害。

四級:指50%針叶被害,但树受害尚不明显者。

繁殖量 = 雌虫百分率×平均产卵量。

似。例如在越冬代 1.1—1.2 克重的蛹：在一級树下的产卵量是242粒，二級树下是261粒，三級树下是243粒，四級树下是253粒。但在不同代之間，同一蛹重的产卵量就有比較大的差异。例如越冬代 1.1—1.2 克蛹的总平均产卵量是247粒，而第一代 1.1—1.2 克蛹的总平均产卵量是359粒。总的方面有个規律，第一代高于越冬代。可是因为越冬代的蛹重幅度大于第一代的蛹重幅度，所以在总平均产卵量里，越冬代以334粒高于第一代的281粒。另外，在同一代內由于幼虫生长在不同受害程度的松树下，而造成总平均产卵量的差异，也是很有規律的。例如越冬代由一級树到四級树，总平均产卵量由263粒逐漸上升到384粒。第一代由二級树到四級树的总平均产卵量也由196粒逐漸上升到367粒。

以各代不同受害度的树上的雌虫百分率乘上它的总平均产卵量，便可以更进一步清楚地了解同是100个个体中彼此繁殖量的差异。若以各代二級树上的松毛虫繁殖量作为100計算，在所得的繁殖指数中又可以看出越冬代四級树上的松毛虫繁殖量是二級树上的一倍半多，是一級树上的两倍多，而第一代四級树却是二級树的三倍多。

总結以上情况，說明在不同受害度的树上生長的松毛虫，由于它們所获得的营养不同，最后具体表現在雌虫百分率、蛹重和产卵量上有了显著的差异。

蛹重和产卵量的关系，根据不同代的差异，可以分别以公式来推算。假如以 x 代表蛹重，y 代表产卵量，根据最小二乘法可以算出越冬代的最适合直綫公式为 $y = 277x - 83$；第一代最适合直綫公式为 $y = 417x - 145$（图 1）。

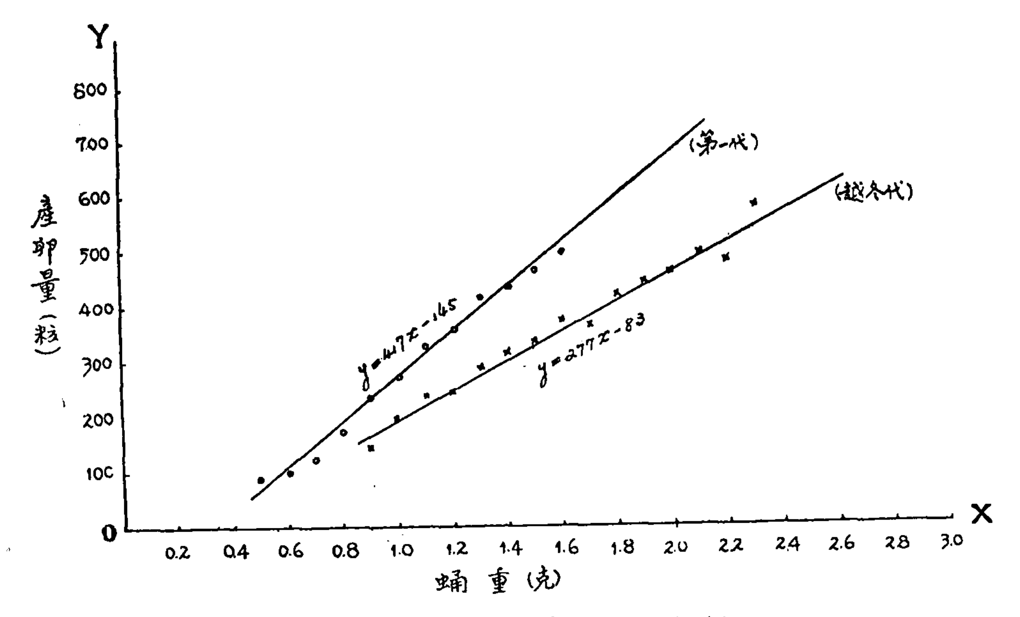


图 1　馬尾松毛虫蛹重与产卵量的关系(1956)

在松树不同受害程度下，所发育成长的蛹和成虫，它們的蛹長、体長和翅展都随着蛹重的增加而相应的上升。并且在同一蛹重范围之內，不管是生長在什么情况下，基本上是沒有差异的。可是在不同性別之間，就有一些差异（表 2）。在翅展方面，同样蛹重的雌性都大于雄性。而蛹長和体長，往往雄性却大于雌性。在不同世代之間，同样蛹重的蛹長、体長和翅展的差异就更大，不論雌性或雄性，第一代都要高于越冬代。但在总平均、也就是

表 2 馬尾松毛虫同世代蛹長、成虫体長和翅展統計表(1956)

世代 / 性 / 蛹重 (克)	越冬代								第一代							
	雌				雄				雌				雄			
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
0.21—0.30													5	1.77	1.83	3.50
0.31—0.40									3	1.80	1.98	4.48	47	1.91	1.95	3.88
0.41—0.50	1	1.90	2.45	4.10	9	1.88	1.99	3.83	8	1.98	2.09	4.69	83	2.04	2.18	4.10
0.51—0.60	1	2.07	2.07	5.14	22	2.02	2.24	4.24	30	2.15	2.20	4.98	52	2.14	2.25	4.34
0.61—0.70	4	2.10	2.10	4.60	41	2.16	2.43	4.43	35	2.27	2.53	5.12	29	2.28	2.47	4.63
0.71—0.80	9	2.23	2.29	5.18	49	2.25	2.54	4.64	55	2.40	2.63	5.28	16	2.40	2.50	4.87
0.81—0.90	14	2.34	2.43	5.34	46	2.36	2.54	4.87	60	2.49	2.68	5.41	5	2.53	2.53	5.54
0.91—1.00	34	2.41	2.51	5.33	64	2.43	2.60	5.07	42	2.61	2.80	5.63	2	2.64	2.78	5.18
1.01—1.10	48	2.50	2.57	5.64	41	2.53	2.68	5.25	33	2.71	2.95	5.95				
1.11—1.20	53	2.58	2.70	5.84	20	2.64	2.99	5.38	23	2.75	3.02	5.91				
1.21—1.30	54	2.65	2.84	5.97	16	2.71	2.92	5.49	25	2.84	3.21	6.16				
1.31—1.40	60	2.72	2.87	6.12	1	2.72	2.82	5.81	4	2.92	3.50	6.25				
1.41—1.50	64	2.80	3.08	6.29					7	3.01	3.39	6.38				
1.51—1.60	43	2.87	3.04	6.46					5	3.00	3.24	6.44				
1.61—1.70	47	2.92	3.13	6.48					3	3.27	3.91	6.88				
1.71—1.80	40	2.96	3.21	6.68					2	3.31	4.25	6.96				
1.81—1.90	43	3.04	3.30	6.78												
1.91—2.00	20	3.07	3.34	7.02												
2.01—2.10	20	3.14	3.44	7.07												
2.11—2.20	10	3.19	3.43	7.16												
2.21—2.30	10	3.25	3.53	7.23												
2.31—2.40																
2.41—2.50																
2.51—2.60	2	3.40	3.77	7.64												
2.61—2.70																
2.71—2.80																
2.81—2.90	1	3.58	3.83	8.03												
合 計	578	2.76	2.95	6.22	309	2.35	2.56	4.84	335	2.52	2.71	5.53	239	2.11	2.21	4.25

註: А=蛹数, Б=蛹长, В=成虫体长, Г=翅展(单位:厘米)。

最后的合計中,越冬代是高于第一代的。这些情况与蛹重和产卵量的关系基本是一致的。

蛹重和蛹长的关系,不但在不同代之間有差异,就在同一代之内也还有差异。原因是蛹重不仅决定于蛹长,还要决定于蛹寬。因为它們中間有着一定的規律。所以仍然可以分别以公式来推算。以 x 代表蛹重, y 代表蛹长(图 2),根据最小二乘法得出越冬代最适合直綫公式在蛹重 1.6 克以下是 $y = 0.77x + 1.65$; 1.6 克以上是 $y \doteq 0.55x + 1.98$。說明在蛹重 1.6 克以上时,蛹长的改变較小,也就是蛹寬的影响較大。第一代最合直綫公式在 0.9 克以下是 $y = 1.40x + 1.28$; 0.9 克以上是 $y = 0.8x + 1.80$。也同样表示在蛹重 0.9 克以上时,蛹长的变化較小,蛹寬的变化較大。

由于越冬代最适合直綫公式 $y = 0.77x + 1.65$ 与第一代最适合直綫公式 $y = 0.8x + 1.80$ 近乎平行,所以可以把这两代蛹长的变化联系起来看。在蛹重 0.9 克以下,蛹长

的变化最大，在 0.9 克到 1.6 克之間变化較小，而在蛹重 1.6 克以上时，蛹长的变化最小。根据这三步曲，可以計算出各阶段的相应蛹重。最后，再利用蛹重和产卵量的最适合直綫公式，便可以得出各代各种不同蛹长的相应产卵量。

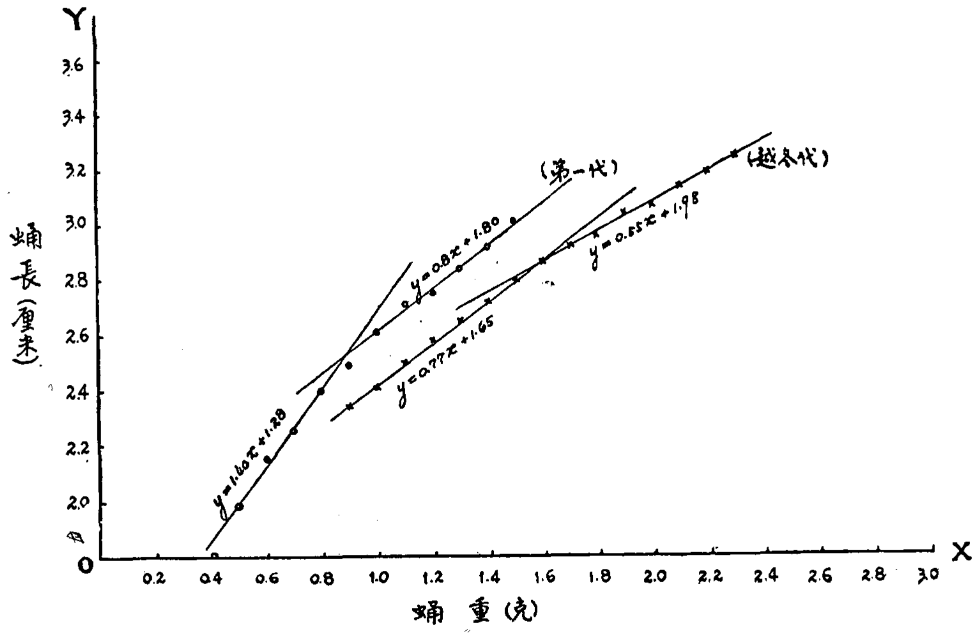


图 2　馬尾松毛虫蛹重与蛹长的关系(1956)

二、室內馬尾松毛虫断食試驗

在松毛虫发生很多的时候，可以把松树的全部針叶食尽。因为松毛虫的多少不同，松树針叶被食尽的迟早也不一致。在針叶食尽后，松毛虫的生长发育将会产生怎样的影响，是这个試驗要了解的主要問題。

3 月 21、22 日在常德苗圃附近采得大批越冬幼虫，带回长沙工作点。选择同日蛻越冬后第一次皮与第二次皮幼虫，分籠飼育，作为試驗材料。然后分日取出部分幼虫予以断

表 3　馬尾松毛虫越冬代断食試驗統計表(1956)

	蛻末次皮前				蛻末次皮后								
断食日期	10天	8天	6天	4天	3天	6天	9天	11天	14天	20天	21天	23天	26天
試驗虫数	297	299	296	299	281	296	277	269	50	48	46	47	40
死亡率(%)	100	100	99.6	99.1	98.9	99.6	94.3	90.0	86.0	85.4	84.8	78.8	77.5
雄虫数			1	2	3	1	12	16	4	4	4	5	6
雌虫数							4	11	3	3	3	5	3
产卵量(粒)							211	229	232	316	248	255	289
雌蛹重(克)							0.92	1.09	1.12	1.17	1.05	1.01	1.25
雌蛹長(厘米)							2.61	2.78	2.84	3.02	2.75	2.82	3.01

食来观察其生长发育。

結果:幼虫在未蛻越冬后末次皮以前断食者,几乎100%死亡。偶有一、二条結茧、化蛹、羽化者,皆属雄性。蛻过末次皮者,断食愈早,死亡率愈高,产卵量愈低,蛹长、蛹重也都相应地降低(詳見表3)。由此可見:松毛虫大量繁殖后,如引起食物缺乏时,猖獗現象亦能迅速消灭。

三、馬尾松毛虫在湖南产生二、三代原因的研究

在湖南省馬尾松毛虫每年发生二代或三代。它們的分歧开始在8月下旬正当二代虫四龄到五龄的时候。如果四龄幼虫蛻皮以后头壳显著增大,而体色由黄变黑时(深色种),便継續长大結茧化蛹,在当年就羽化产生第三代。如果头壳无显著增大,而体色仍保持黄色时(浅色种),便不再长大,而以第二代幼虫期越冬,就成二代。 在湖南省南部产生的三代虫比北部多,这主要是受到气候的影响。但在同一地区只有三代虫多或虫少的差别,为此作者等于8月初在湖南省南部新邵县作一些二代虫的試驗观察。

馬尾松毛虫的卵有紅、黄、紫三色。卵的大小和重量也有一定的差别。第二代最早发現的卵和最迟产生的卵,中間可以有十多天的距离。幼虫营养好坏,直接影响到蛹重,是否也会影响到三代虫的多少?对以上这些問題,分别进行了观察研究。

(1) 从林内采到大批卵块,从中选出紅、黄、紫三色卵(在自然界紅卵占91%左右,黄卵約7%,紫卵約2%),以每种三个重复分掛在9株树上。結果在产生的三代虫中以黄卵最多,占8.48%,紅卵次之,占6.70%,紫卵最少,占2.11%。

(2) 从大批卵块中选出大、小两种卵,大卵每粒平均重1.135毫克,小卵重1.085毫克。每种卵以三个重复分掛在6株树上。結果在产生的三代虫中大卵占10.38%,小卵却一个也沒有。

(3) 在林内先选择38株树,每株上皆有卵块,逐日进行观察,根据其孵化迟早以8月5日、8月10、11日以及14、15日各4株作为始、盛、末期的标准。逐日观察至二、三代虫显然分界时为止。 結果三代虫平均百分比以盛期为最高,占46.19%,始期卵其次,占29.28%,末期最低,占18.18%。

(4) 7月30日在新邵县第一代松毛虫蛹中选出重、中、輕三組蛹,重蛹1.80—1.90克,中蛹1.10—1.20克,輕蛹0.40—0.50克。羽化后任意以雄蛾与之交尾。 所产之卵分别悬掛在6株树上。 結果所产生的三代虫平均百分比以輕蛹为最高,占33.86% 重蛹占15.75%,中蛹占14.02%。

根据以上四項观察,証明各項因素对三代虫的产生都有一定的影响,但更主要的关鍵,却另外表現在松树的生长状况上。 因为在許多事例中都表現着生长在健壮树上的幼虫,产生三代虫百分比要显著地高些(詳見表4)。 針对着以上观察的現象,再将林內38株系統观察的树进行分析,选出31株树分为两大类(表4):一类树上有老叶,幷且針叶呈深綠色,作为健壮树;另一类树上沒有老叶,針叶呈黄綠色,作为衰弱树。結果在健壮树上三代虫总平均百分比占49.55%,而衰弱树只有12.58%。因此进一步証明松树的生长状况和产生二、三代也有着密切的关系。

表 4　几种不同因素所产生三代虫百分率統計表(1956)

	孵化日期	株数	共計虫数	三代虫%	松树生长状况
紫色卵	Ⅷ.8—10	3	359	2.11	新、黄
紅色卵	Ⅷ.9	3	361	6.70	新、黄
黄色卵	Ⅷ.8—10	3	498	8.48	新、黄
大卵	Ⅷ.9	3	302	10.38	黄、新4.0%(1)；新、綠 13.6%(2)
小卵	Ⅷ.9—10	3	258	0	新、黄
始期卵	Ⅷ.5	4	519	29.28	新、黄 6.38%(2)；老、新、綠 52.22%(2)
盛期卵	Ⅷ.10—11	4	407	46.19	新、黄 20.20%(1)；老、新、綠 68.13%；老、新、黄 28.31%(1)
末期卵	Ⅷ.14—15	4	453	18.18	新、黄 0%(2)；老、新、綠 36.36%(2)
重蛹卵	Ⅷ.9—10	3	561	15.75	老、新、綠 22.43%(2)；新、綠 1.40%(1)
中蛹卵	Ⅷ.9	2	442	14.02	老、新、綠 21.10%(1)；老、新、黄 6.95%(1)
輕蛹卵	Ⅷ.11	1	189	33.86	老、新、綠
健康树(老、新、綠)	Ⅷ.5—6	6	679	47.88	49.55%
	Ⅷ.8—11	3	539	61.10	
	Ⅷ.12—15	3	782	40.66	
衰弱树(新、黄)	Ⅷ.5—6	5	463	13.61	12.58%
	Ⅷ.8—11	9	1.261	19.35	
	Ⅷ.12—15	5	358	4.79	

註：新＝有新叶。老＝有老叶。黄＝針叶黄綠色。綠＝針叶深綠色。括弧內数字代表树株。

討　論

1．馬尾松毛虫由于生长在不同受害程度松树上而产生了生长发育上的差异，在越冬代和第一代的野外实地調查統計中已經得到充分的証实。当松树受害愈重，結果松毛虫雌性百分比愈低，蛹重、蛹长和产卵量亦降低；当受害愈輕时，則各項結果轉向上升。推究其原因，在松針已被全部食尽和松針基本上完整的情况下，不难想到是受松針多少的影响；但在受害較重或較輕的情况下，除了是松針的多少問題外，也可能由于受害程度的不同影响到松針里的組織成分，最后使松毛虫的生长发育同样产生差异。

2．馬尾松毛虫越冬代蛹重幅度大，一般蛹比較重，而第一代蛹重幅度小，蛹也輕，但在同一蛹重之下，第一代产卵量都要高过越冬代。这現象的产生，其主要原因当由于幼虫期长短不同及越冬与否所致，唯进一步生理上的分析研究，須待以后进行。

3．根据这一問題的研究結果，初步了解到馬尾松毛虫性比、蛹重和产卵量的高低直接受了当代松树不同受害程度的影响所致，同时又显著影响下一代虫口的消长。因此，为了作好松毛虫的中期預測預报工作，一面及时掌握蛹期性比、蛹重、产卵量和松树生长状况是必要的。同时更須結合卵期、蛹期和幼虫期的寄生率及死亡率的調查，实际上往往是个簡便的預測方案。

4. 湖南省松毛虫产生二、三代的原因，根据調查研究結果初步証明它和树的受害度及生长状况存有比較密切的关系。但进一步的研究，必需由分析針叶的組織成分开始，結合实験生理和遺传現象的探索，才能达到問題的解决。此外，在湖南省是否可以利用三代虫产生的多少来推测猖獗上虫口的消长，則尚待以后詳細研究。

参 考 文 献

[1] Болдаруев, В. О.: 1955. Плодовитость и пишевая специализация сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.). *Зоологический Журнал* **34** (4): 810—21.
[2] 章士美、汪广: 1955—1956 蓮塘松毛虫研究总結。(油印本未发表)
[3] 刘友樵、殷蕙芬、陈孝泽: 1957. 湖南省馬尾松毛虫生物学特性的初步观察。昆虫学报 **7** (1):19—49。

PRELIMINARY STUDY ON THE DEVELOPMENT OF THE PINE CATERPILLAR, *DENDROLIMUS PUNCTATUS* WALKER, UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF INJURY OF THE HOST PLANT

TSAI PANG-HUA LIU YU-CH'IAO HOW T'AU-CH'IEN LI CHIH-YIN HO CHUNG
Institute of Entomology, Academia Sinica

The life history of the pine caterpillar, *Dendrolimus punctatus* Walker, in Hunan Province was recently reported by the authors [3]. Different conditions of injury of the host plant, *Pinus massoniana* Lamb., are considered as closely related to the density of the pine caterpillars. The following works were undertaken and accomplished during 1956 in Hunan Province.

Pupae were collected from the host plants which were apparently damaged in different scales. Percentage of females, body weight and body length of pupae were examined. Number of eggs laid by adults was counted, wing expance and body length were also measured. The following results were obtained from the above observations.

1. The development of the pine caterpillars rearing under different damaged scales of the host plant are different: the less the injury of plant, the heavier the pupae, the higher percentage of females, and the more eggs laid by adults; on the contrary, the heavier the injury of plant, the lighter the pupae, the lower percentage of females, and the fewer eggs per females.

2. The range of body weight and the body weight of pupae of the overwintering generation are larger and heavier than that of the first generation. However, number of eggs of the first generation is larger than that of the overwintering generation altho the pupal body weight was the same. The number of eggs is directly proportionated with the body weight of the pupa and a formula has been derived for calculating the relation between the body weight of pupa and the number of eggs.

An experiment was undertaken that in ceasing to feed the nearly matured caterpillars of the overwintering generation in different scheduled times, we have obtained the following results: the earlier in stopping of food comes the higher mortality except those caterpillars have passed last molt. The percentage of females and the body weight of pupae are also decreased.

According to our field observations, the pine caterpillars produce two or three generations a year which is related closely with the injuring conditions of the host plants. The third generation larvae occur more on the healthy trees.